



UNIVERSITA' DI PISA  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA  
LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE

*ELABORATO FINALE*

**Analisi qualitativa e quantitativa delle variazioni areali e volumetriche dei  
ghiacciai della Val Martello (Gruppo dell'Ortles Cevedale) dalla Piccola Età  
Glaciale ad oggi.**

***Relatore:*** Prof.ssa Maria Cristina Salvatore

***Candidato:*** Simone Cosimi

***Correlatore:*** Prof. Carlo Baroni

ANNO ACCADEMICO 2013-2014

I ghiacciai sono gli elementi che maggiormente caratterizzano il paesaggio d'alta montagna e rappresentano un oggetto di studio di straordinario interesse scientifico e applicativo. I ghiacciai, infatti, reagiscono alle variazioni climatiche (soprattutto variazioni di temperatura e regime delle precipitazioni) espandendosi o contraendosi in funzione del rapporto tra l'accumulo dovuto essenzialmente alle precipitazioni nevose invernali e l'ablazione causata prevalentemente dai regimi delle temperature estive. Conoscere l'estensione dei corpi glaciali significa anche poter stimare l'entità delle risorse idriche disponibili e quindi pianificare un loro corretto utilizzo. Ricostruire il trend evolutivo dei ghiacciai si rivela oggi fondamentale per indagare indirettamente l'andamento del clima nel passato e nel presente: nell'ultimo trentennio quasi tutti i ghiacciai monitorati nel mondo risultano in perdita (nelle Alpi i ritiri sono ancora più netti), questo a causa del riscaldamento climatico in corso (Orombelli, 2007).

In quest'ottica si inserisce la presente tesi il cui obiettivo è quello di valutare sia in termini qualitativi sia quantitativi le variazioni recenti dei ghiacciai della Val Martello (Massiccio dell'Ortles Cevedale). In particolare sono state calcolate le variazioni areali e volumetriche dei ghiacciai a partire dalla massima espansione olocenica (Piccola Età Glaciale, PEG), che in questa valle vede il suo acme intorno al 1850, sino al 2012, a coprire un intervallo temporale di circa 160 anni. Il metodo di indagine utilizzato, di tipo indiretto, si basa sull'analisi di documenti cartografici e aerofotografici prodotti dalla fine dell'ottocento fino al 2012, integrato da un'accurata ricerca del materiale fotografico terrestre di archivio presente presso il Comitato Glaciologico Italiano e affiancato da dati di letteratura.

L'impiego di ortofotografie e cartografia storica in ambiente GIS (Geographic Information System) hanno consentito la delimitazione e il calcolo dell'estensione dei corpi glaciali negli intervalli di tempo considerati. Il limite dei corpi glaciali durante la Piccola Età Glaciale deriva precedenti rilievi di terreno, integrati mediante fotointerpretazione condotta nella presente tesi. E' stato inoltre calcolato il bilancio di massa geodetico tra la PEG e il 2006, attraverso il confronto tra modelli digitali del terreno ricostruiti per le aree glacializzate durante la massima espansione olocenica (PEG) e derivati da dati Lidar del 2006. Mediante l'impiego di formule empiriche ampiamente utilizzate in campo glaciologico (Paul et alii, 2006) sono state ottenute, a partire dai valori di estensione, le variazioni di volume per tutti gli anni esaminati.

Dei ventisei ghiacciai descritti nel "Catasto dei Ghiacciai" del CGI-CNR del 1962 presenti nella valle nel 2012 ne restano circa la metà. Il trend evolutivo ricostruito vede una progressiva e generalizzata riduzione delle masse glacializzate, con alcune pulsazioni positive all'inizio del 1900,

e intorno agli anni '80 mentre a partire dalla metà degli anni novanta il trend che si osserva è marcatamente negativo.

In particolare, possiamo osservare che il trend seguito dai ghiacciai esposti verso i quadranti settentrionali mostra una riduzione della superficie glacializzata pari a circa il 70% rispetto ai valori registrati durante la PEG; molto più drastica è la situazione che si registra nei ghiacciai esposti verso i quadranti meridionali, che sono, di fatto, tutti estinti eccetto un piccolo glacionevato. Questo può essere un chiaro esempio di come l'esposizione alla radiazione solare (insolazione), soprattutto nel caso di ghiacciai di piccole dimensioni, provochi nelle zone glacializzate esposte verso i quadranti meridionali una più rapida fusione delle masse glaciali.

Un altro fattore interessante da analizzare riguarda l'arretramento delle fronti dei ghiacciai, tangibile manifestazione diretta di una diminuzione della superficie delle aree glacializzate e, soprattutto delle perdite di volume. L'esempio più esplicativo è rappresentato dal ghiacciaio più esteso della valle, il Ghiacciaio del Cevedale, che mostra un arretramento della fronte dalla PEG ad oggi quantificabile in circa 1950 m, una riduzione areale del 31% ed una riduzione del suo volume stimata in circa il 43%. Anche gli altri ghiacciai mostrano diminuzioni in percentuale simili, però, essendo più piccoli di dimensione, contribuiscono con un apporto minore al bilancio globale della valle.

I dati acquisiti e rielaborati per questa tesi integrano ed aggiornano i dati esistenti: il database costruito, utilizzabile per futuri aggiornamenti dell'estensione dei ghiacciai della Val Martello, contribuisce alla realizzazione di un catasto dei ghiacciai italiani aggiornabile nel tempo. I dati raccolti rappresentano uno strumento di base per il monitoraggio delle variazioni globali in atto, per una corretta e consapevole gestione delle risorse rinnovabili immagazzinate sull'arco alpino, per la valutazione della pericolosità geomorfologica in alta montagna e può rappresentare anche un documento di base da utilizzare per una valida pianificazione territoriale.

## Abstract

Glaciers are a very important global climate change indicator and can be studied to understand ice and water processes acting on the Earth surface.

In this thesis glaciers situated in Val Martello have been analyzed for reconstructing their evolution and recent areal and volumetric. The time interval here considered ranges from the Little Ice Age (1850 AD) to 2012 AD. We applied an indirect methodology and is primarily based on the analysis of cartographic documents and aerophotographs from the end of the 19th Century to the present,

integrated with a collection of photographs conserve in the historic archive of Italian Glaciological Committee (Comitato Glaciologico Italiano, CGI). The Little Ice Age limit derived from previously conducted field activity integrated by photointerpretative analysis.

In Val Martello there are twenty-six glaciers described in the "Catasto dei Ghiacciai Italiani" of CGI-CNR in 1962, but in 2012 remain only half of that. The reconstructed evolutionary trend shows a progressive and generalized reduction of glacial surfaces and volumes, with some positive advances around the '20s and the '80s; since the mid '90s the trend is markedly negative.

Data collected in this thesis represent an update of existing data and the constructed database should be used for future updates of extension of glaciers in Val Martello, in order to upgrade an Italian glaciers cadaster over time. This work represent a basic tool for monitoring global changes, for a correct and conscious management of renewable resources located in the Alps, for an evaluation of geomorphological hazard in high mountain area and should represent a basic document to be used for proper planning.

Pisa, 14/05/2014

Il candidato

Il relatore